



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE GUAYANA
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
COORDINACIÓN DE INGENIERIA EN INFORMÁTICA
UNIDAD CURRICULAR FUNDAMENTOS DE LA INFORMÁTICA

SISTEMAS DE NUMERACIÓN

(Decimal, binario, octal, hexadecimal)

PROFA. CLINIA CORDERO

Puerto Ordaz, noviembre 2022

SISTEMAS DE NUMERACIÓN

Introducción

Un computador es una máquina que procesa información. La ejecución de una tarea implica la realización de unos tratamientos, según especifica un conjunto ordenado de instrucciones (es decir, un programa) sobre unos datos. Para que el computador ejecute un programa es necesario darle información de dos tipos:

- Instrucciones que forman el programa
- Los datos con los que debe operar ese programa

Uno de los aspectos más importantes relacionado con la información, es cómo representarla. Normalmente se le da al computador en la forma usual escrita que utilizan los humanos, es decir, con ayuda de un alfabeto o conjunto de símbolos, los caracteres.

Los caracteres que se utilizan para la representación externa son:

- Numéricos: Constituidos por las diez dígitos en el sistema decimal
- Alfabéticos: Letras mayúsculas y minúsculas
- Especiales: Son símbolos no incluidos en los grupos anteriores, como:), (, *, /, +, -, [,]...

Al conjunto de los dos primeros grupos se le denominan caracteres alfanuméricos.

Veremos cómo estos caracteres usados en la representación externa son representables en los computadores. Este paso de una representación a otra se denomina codificación y el proceso inverso decodificación.

Por lo tanto hay dos niveles en la representación de la información

- Nivel de representación externa: usada por las personas e inadecuada para el computador
- Nivel de representación interna: adecuada al computador y no inteligible directamente por el ser humano.

Las informaciones más complejas se reducirán a un conjunto de informaciones elementales por técnicas de codificación.

Los elementos básicos que constituyen un computador son de naturaleza binaria, ya que solo pueden adoptar dos valores, 0 y 1 (corresponden a dos niveles de tensión, dos valores de corriente, dos situaciones de una lámpara...). Al tener que traducir toda la información suministrada a ceros y unos es necesario establecer una correspondencia entre el conjunto de todos los caracteres:

$$\{A, B, C, D, \dots Z, a, b, c, \dots z, 0, 1, \dots 9, /, +, \dots\}$$

y el conjunto binario:

$$\{0, 1\}^n$$

de forma que a cada elemento del primero le corresponda un elemento distinto del segundo.

Estos códigos de transformación se denominan códigos entrada/salida (E/S) o externos y se pueden definir de forma arbitraria. Las operaciones aritméticas con datos numéricos se suelen realizar en una representación más adecuada para este objetivo que la del código de E/S. Por ello en el propio computador se efectúa una transformación entre códigos binarios, obteniéndose una representación fundamentada en el sistema de numeración en base dos, que al ser una representación numérica posicional es muy apta para realizar operaciones aritméticas.

Representación posicional de los números

Se define un sistema de numeración: como el conjunto de símbolos y reglas que se utilizan para la representación de cantidades. En ellos existe un elemento característico que define el sistema y se denomina base, siendo el número de símbolos que se utilizan para la

representación.

Un sistema de numeración en base "b" utiliza para representar los números un alfabeto compuesto por b símbolos o cifras. Así todo número se expresa por un conjunto de cifras, teniendo cada una de ellas dentro del número un valor que depende:

- De la cifra en sí
- De la posición que ocupe dentro del número

En el sistema de numeración decimal (base 10), que habitualmente se utiliza, $b = 10$ y el alfabeto por tanto, está constituido por 10 símbolos: $\{0, 1, 2, \dots, 9\}$

Por ejemplo, el número 3278.52 puede obtenerse como suma de:

3000

200

70

8

0.5

0.02

3278.52

por tanto se verifica que:

$$3278.52 = 3 * 10^3 + 2 * 10^2 + 7 * 10^1 + 8 * 10^0 + 5 * 10^{-1} + 2 * 10^{-2}$$

Cada posición, por tanto, tiene un peso:

Posición 0 Peso b^0

Posición 1 Peso b^1

Posición 2 Peso b^2

Posición 3 Peso b^3

....

Posición -1 Peso b^{-1}

Posición -2 Peso b^{-2}

.....

Generalizando se tiene que la representación de un número en una base b :

$$N = \dots n_4 n_3 n_2 n_1 n_0 n_{-1} n_{-2} \dots$$

es una forma abreviada de expresar su valor, que es:

$$N = n_4 b^4 + n_3 b^3 + \dots + n_{-1} b^{-1} + n_{-2} b^{-2}$$

FORMULA

$$\text{Dígito } x \left[\begin{array}{c} \text{Base} \\ \text{Sistema} \\ \text{Numérico} \end{array} \right] \text{ Posición Relativa } -1$$

Ejemplo en base 8:

b = 8. Los símbolos que se usan son:

{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}

El valor decimal del número octal 175.37 serán:

$$175.37_8 = 1 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 + 3 \cdot 8^{-1} + 7 \cdot 8^{-2} = 125.31_{10}$$

Sistema de numeración en base dos

El sistema de numeración en base dos, fue introducido por Gottfried

Wilhelm Leibniz (1646-1716) en el siglo XVII, siendo el más adecuado para

usar en las máquinas electrónicas, debido a que utilizan esencialmente

sistemas de dos estados, encendido y apagado. En el sistema binario los datos se representan en un sistema que solo admite dos estados, 0 y 1.

Las operaciones aritméticas se suelen realizar usando una representación de datos y resultados en binario natural.

A) Definición del sistema binario.

En el sistema de numeración binario b=2 y el conjunto de símbolos usados es:

{0, 1}

Una muestra de los números enteros binarios que se pueden formar con 3 bit y que corresponden a las cifras decimales {0, ...,7} es:

American National Standards Institute American National Standards Institute

Binario	Decimal
000	0
001	1

010	2
011	3
100	4
101	5
111	6
111	7

B) Transformaciones entre bases binaria y decimal.

Se puede transformar un número binario a decimal sin más que usar la expresión vista anteriormente:

$$.n_4 n_3 n_2 n_1 n_0 n_{-1} n_{-2} \dots)_2 = \dots n_4 2^4 + n_3 2^3 + n_2 2^2 + n_1 2^1 + n_0 2^0 + n_{-1} 2^{-1} + \dots = N)_{10}$$

Ejemplo:

Transformar a decimal los siguientes números binarios:

$$110100_2 = 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 2^5 + 2^4 + 2^2 = 52)_{10}$$

$$0.10100_2 = 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4} + 0 \cdot 2^{-5} = 2^{-1} + 2^{-3} = 0.625)_{10}$$

$$10100.001_2 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^{-3} = 20.125)_{10}$$

Para transformar un número decimal a binario:

a) La parte entera del nuevo número (binario) se obtiene efectuando divisiones enteras (sin obtener decimales) por dos, de la parte entera del número decimal de partida y de los cocientes que sucesivamente se vayan generando. Los

restos de estas divisiones y el último cociente (que serán siempre ceros y unos) son las cifras binarias. El último cociente serán el bit más significativo y el primer resto el bit menos significativo (más a la derecha).

Ejemplo:

```
2610 es en binario:  
26 | 2  
0 13 | 2  
1 6 | 2  
0 3 | 2  
1 1  
2610 = 110102
```

b) La parte fraccionaria del número binario se obtiene multiplicando por 2 sucesivamente la parte fraccionaria del número decimal de partida y las partes fraccionarias que se van obteniendo en los productos sucesivos. El número binario se forma con las partes enteras (que serán ceros y unos) de los productos obtenidos.

Ejemplo:

```
Transformar a binario natural el número decimal 0.1875  
  
0.1875   0.3750   0.7500   0.5000
```

* 2	* 2	* 2	* 2
0.3750	0.7500	1.5000	1.0000
0.1875 ₁₀ = 0.0011 ₂			

Ejemplo:

Transformar a binario el número decimal 74.423

a) Parte entera:

74	2	_____
0	37	2
1	18	2
	9	2
1	4	2
	2	2
	1	

b) Parte fraccionaria:

0.423	0.846	0.692	0.384	0.768
-------	-------	-------	-------	-------

*2	* 2	* 2	* 2	* 2
0.846	1.692	1.384	0.768	1.536
Es decir:				
$74.423_{10} = 1001010.01101..._2$				

C) Operaciones aritméticas y lógicas con variables binarias

Una variable binaria puede representar, una cifra de un número en el sistema de numeración en base dos. Las operaciones aritméticas básicas con variables binarias naturales son la suma, resta, multiplicación y división. Estas operaciones son análogas a las realizadas en decimal pero usando ceros y unos.

Tabla de operaciones aritméticas:

Suma aritmética		
A	B	A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0 y llevo 1

Producto aritmético			Resta aritmética			División aritmética		
A	B	A * B	A	B	A-B	A	B	A/B
0	0	0	0	0	0	0	0	-
0	1	0	0	1	1 y debo 1	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0	-
1	1	1	1	1	0	1	1	1

Ejemplo:

$\begin{array}{r} 1110101 \\ 1110110 \\ \hline 11101011 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1101010 \\ 1010111 \\ \hline 0010011 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1101010 \\ * \quad 11 \\ \hline 1101010 \\ 1101010 \\ \hline \end{array}$
	100111110	

Las operaciones lógicas o booleanas con variables binarias son la suma lógica (+), llamada también función OR, el producto lógico (llamado también AND y la complementación (-) o negación o NOT.